

А.Е. ЧАГАН, магистр, НТУ “ХПИ”, Харьков

В.А. ПУЛЯЕВ, д-р техн. наук, проф., Институт ионосферы, Харьков

ВОПРОСЫ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИОНОСФЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ В БАЗУ ДАННЫХ

У статті розглядається приклад розробки пристрою для організації цифрового радіоканалу, який передбачено використовувати з метою прискорення обробки радіолокаційних даних.

В статье рассматривается пример разработки устройства для организации цифрового радиоканала, который предусмотрено использовать с целью ускорения обработки радиолокационных данных.

The article deals with an example of developing a device for organizing digital radio channel used to accelerate the processing of radar data.

Постановка задачи. С целью ускорения процесса обработки ионосферной информации, получаемой с помощью радиолокационных систем [1] некогерентного рассеяния (НР), необходима реализация такого устройства, которое бы использовалось в радаре для передачи оцифрованных принятых сигналов. Его задача будет состоять в передаче сигналов из ионосферной Обсерватории (г. Змиев) в центр обработки сигналов, расположенный в Харькове.

Таким образом, исходя из географического расположения данных пунктов, можно сформулировать следующие требования к устройству для реализации радиоканала:

1. Дальность связи 34 км, а скорость передачи не менее 10 Гбайт в день.
3. Возможность синхронизации режимов передачи и приема с работой радара НР.
4. Простое подключение к компьютеру и низкая стоимость деталей.

Анализ последних исследований и публикаций. Аналогичная задача рассмотрена в [2]. Однако в этой работе предложены к использованию устаревшие серии микросхем, к тому же для реализации радиоканала используется УВЧ диапазон, что затрудняет повышение скорости передачи данных.

Целью данной статьи является рассмотрение возможности использования на радаре НР более современной системы передачи ионосферных данных, т.е. результатов измерения параметров ионосферы методом некогерентного рассеяния радиоволн.

Анализ и решение проблемы. На данный момент полученные экспериментальные результаты передаются в г. Харьков на переносных накопителях информации. Так как получаемые данные оцифрованы [3], то можно применить методы эфирной передачи результатов, используя

бинарное кодирование числовых массивов. Для этой цели предлагается использовать подключаемый к ПК радиомодем, имеющий структурную схему, изображенную на рис.

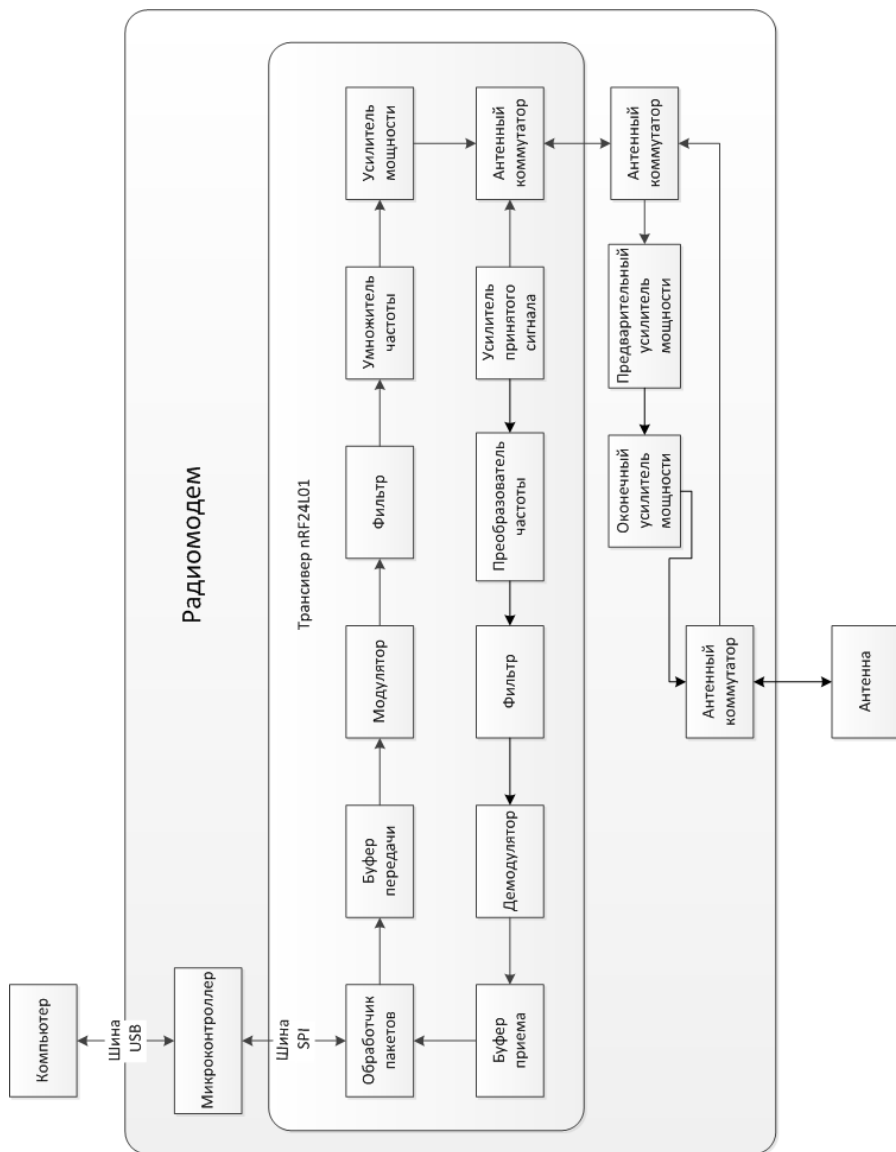


Рис. Структурная схема радиомодема

Технические характеристики радиомодема следующие:

1. Частота несущей – 2400 – 2485 МГц.
2. Скорость передачи – 2 Мбит/с.
3. Мощность передатчика – 1 Вт.
4. Класс излучения – 2M00F1D.
5. Тип модуляции – GFSK.

Чтобы упростить принципиальную схему, повысить надежность и уменьшить стоимость радиомодема, желательно использовать микросхемы большой интеграции [4].

При такой реализации через порт USB ПК соединяется с микроконтроллером типа AT90USB82. Микроконтроллер в свою очередь, передает управляющие сигналы и данные трансиверу nRF24L01. Трансивер имеет собственный механизм обработки пакетов. Он получает данные и параметры конфигурации через шину SPI. Через неё имеется доступ к тройным буферам приема и передачи данных, а также регистрам конфигурации, таким как PRIM_RX, RX_ADDR_P0 и SETUP_RETR. В трансивере встроены модулятор и демодулятор GFSK, фильтры и преобразователи частоты. Для усиления принятого сигнала имеется малошумящий усилитель. А для получения уровня выходного сигнала, необходимого для предварительного усилителя, встроены управляемый усилитель мощности с максимальной выходной мощностью 10 мВт. Уровень усиления программно задаётся с помощью регистров конфигурации.

С трансивера входной и выходной сигналы передаются по одному выводу, поэтому для разделения пути следования радиосигнала используются два управляемых антенных коммутатора. Первый коммутатор переключает сигнал между двумя усилителями радиочастоты во время процедуры передачи, а второй коммутатор – во время процедуры приема.

Радиосигнал от трансивера через коммутатор проходит через первый усилитель мощностью 100 мВт, а затем на втором усилителе увеличивается до 1 Вт. От последнего усилителя сигнал через второй антенный коммутатор поступает в антенну. Во время приема сигнал из антенны через два коммутатора проходит на трансивер.

Порядок работы заключается в следующем: микроконтроллер после подключения схемы к порту USB проводит инициализацию контроллера USB. Закончив собственную настройку, он начнет выступать в роли преобразователя шин USB – SPI. Программное обеспечение на компьютере работает с трансивером по виртуальной шине SPI. Сначала программа на компьютере передает трансиверу данные исходной конфигурации и устанавливает его в режим приема с помощью установки бита PRIM_RX в ноль.

В режиме приема трансивер ожидает появления преамбулы. После успешного ее распознавания начинается декодирование полученного пакета в буфер – сигнал от демодулятора формирует полученный пакет в буфере приема. Когда пакет будет демодулирован, трансивер проверяет его адрес и

контрольную сумму. Если адрес совпадает с адресом, указанным в регистре `RX_ADDR_P0`, и контрольная сумма верна, пакет разбирается и принятая информация попадает в буфер FIFO приемника. После этого трансивер автоматически отправляет пакет ACK, который сообщает трансиверу о том, что передача прошла успешно. Вместе с этим трансивер генерирует прерывание, сигнализирующее микроконтроллеру, что есть принятые данные. Микроконтроллер по этому сигналу загружает принятую информацию к себе и помещает её в буфер конечной точки. Компьютерная программа принимает эти данные и соединяет их с данными, принятыми в предыдущих пакетах. После окончания приема блока проверяется его контрольная сумма и передается сообщение об успешном приеме.

В процессе передачи данных компьютерная программа после получения информации конфигурирует трансивер в режим передачи при помощи установки бита `PRIM_RX` в ноль. Далее происходит занесение данных в буфер FIFO. После заполнения буфера трансивер формирует пакет с преамбулой, адресом, управляющими данными и контрольной суммой. Во время передачи сформированный пакет по битам подается в модулятор. После окончания передачи трансивер ожидает подтверждения, что передаваемый пакет принят успешно в течение времени, заданного в регистре `SETUP_RETR`. Если подтверждение не принято, то происходит повторная передача пакета столько раз, сколько указано в регистре `SETUP_RETR` битами 3:0. После получения подтверждения об успешном принятии пакета трансивер переходит в режим ожидания новых данных на передачу или переходит в режим приема.

Выводы. Таким образом, используя современную элементную базу с высокой степенью интеграции, можно получить простой и дешевый радиоканал для автоматической и своевременной передачи данных. В данном случае в качестве данных выступают принятые радиолокационным комплексом, обработанные и оцифрованные сигналы некогерентного рассеяния. Такая процедура передача сокращает время получения параметров ионосферы, позволяя тем самым обеспечить высокую эффективность радаров НР.

Список литературы: 1. *Рогожкин Е.В., Пуляев В.А., Лысенко В.Н.* Зондирующие сигналы для исследования ионосферы методом НР. Монография. – Х.: НТУ “ХПИ”, 2008. – 256 с. 2. *Чеган А.Е., Пуляев В.А.* Передача ионосферной информации по радиоканалу // Вестник НТУ “ХПИ”: Радиофизика и ионосфера. – 2010. – № 48. – С. 110 – 113. 3. *Федорков Б.Г., Телец В.А.* Микросхемы ЦАП и АЦП: функционирование, параметры, применение. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 320 с. 4. *AT90USB82: 8-bit Microcontroller with 8/16 K Bytes of ISP Flash and USB Microcontroller.* – http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc7707.pdf.

Поступила в редколлегию 01.06.2011